

Participação da Matéria Orgânica na Capacidade de Troca Catiônica em Solos Antrópicos no Brasil: Avaliação de Dados Secundários



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Documentos 199

Participação da Matéria Orgânica na Capacidade de Troca Catiônica em Solos Antrópicos no Brasil: Avaliação de Dados Secundários

*Ademir Fontana
Fernanda Reis Cordeiro
Wenceslau Geraldes Teixeira
Luiza Ferreira de Carvalho
Andressa Rosas de Menezes*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico

CEP: 22460-000 - Rio de Janeiro, RJ

Fone: + 55 (21) 2179-4500

Fax: + 55 (21) 2179-5291

<https://www.embrapa.br>

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Comitê de Publicações da Embrapa Solos

Presidente: *José Carlos Polidoro*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de C. de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Enyomara Lourenço Silva, Evaldo de Paiva Lima, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Luciana Sampaio de Araujo, Maria Regina Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Moema de Almeida Batista, Wenceslau Geraldes Teixeira*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Enyomara Lourenço Silva*

Luciana Sampaio de Araujo

Editoração eletrônica: *Moema de Almeida Batista*

Foto da capa: *Ademir Fontana*

1ª edição

On-line (2017)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

Participação da matéria orgânica na capacidade de troca catiônica em solos antrópicos no Brasil : avaliação de dados secundários / Ademir Fontana ... [et al.]. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2017. 17 p. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 199).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/solos/publicacoes>>.

Título da página da Web (acesso em 13 dez. 2017).

1. Solo. 2. Horizonte. 3. Matéria orgânica. I. Fontana, Ademir. II. Cordeiro, Fernanda Reis. III. Teixeira, Wenceslau Geraldes. IV. Carvalho, Luiza Ferreira de. V. Menezes, Andressa Rosas de. VI. Embrapa Solos. VII. Série.

CDD 631.44

Autores

Ademir Fontana

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

Fernanda Reis Cordeiro

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

Wenceslau Geraldês Teixeira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Geoecologia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

Luiza Ferreira de Carvalho

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

Andressa Rosas de Menezes

Doutoranda em Agronomia - Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Km 47 da antiga Rodovia Rio - São Paulo, Seropédica, RJ.

Apresentação

As “Terras Pretas de Índio (TPI)” e seu sinônimo “solos antrópicos”, para os especialistas da ciência do solo, representam uma relíquia histórica da presença do homem na Amazônia, registrando os costumes e as tradições que podem estar relacionados ao tratamento de resíduos domésticos e/ou mesmo na fertilização da terra.

A grande espessura do horizonte superficial e a elevada fertilidade natural, com teores significativos de cálcio, magnésio, fósforo e carbono orgânico desses solos, quando comparados aos demais solos amazônicos, têm despertado o interesse dos estudos da ciência do solo desde meados do Século 19.

Dessa forma, o interesse em investigar e, assim, avançar no conhecimento e entendimento da formação e da dinâmica dos nutrientes nas TPI advém da possibilidade de existirem variações quanto à composição, interações e reações e, dessa forma, caracteriza uma oportunidade de aplicação do conhecimento para a manutenção ou melhoria da fertilidade dos solos nos sistemas agrícolas.

O presente trabalho apresenta uma avaliação de dados secundários, oriundos de diversas pesquisas com as TPI no Brasil, partindo da análise de dados quantitativos com vista a discussões qualitativas no que tange à capacidade de retenção de cátions e suas possíveis causas.

Daniel Vidal Pérez
Chefe-Geral da Embrapa Solos

Sumário

Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	11
Conclusões	15
Referências	16

Participação da matéria orgânica na capacidade de troca catiônica em solos antrópicos no Brasil: avaliação de dados secundários

Introdução

Os solos sob influência significativa do homem para a composição e as características são agrupados no horizonte A antrópico, sendo este um tipo de horizonte diagnóstico superficial do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. De forma qualitativa, esse horizonte é definido por apresentar fragmentos de cerâmicas, artefatos líticos, restos de ossos e conchas (SANTOS et al., 2013). No Brasil, um conjunto expressivo de horizontes antrópicos pode ser observado na região amazônica – a Terra Preta de Índio, relatados nos trabalhos de Lima (2001), Campos et al. (2011), Corrêa (2007) e Melo (2002) quanto à ocorrência e composição.

No que confere à distribuição desses horizontes nas diferentes classes de solo, eles têm ocorrido nos Latossolos, Argissolos e Cambissolos, apresentando características singulares, como os elevados teores de nutrientes e matéria orgânica (CUNHA, 2005). Ademais, de maneira geral, localizam-se em ambientes bem drenados e apresentam cor escura, altos teores de cálcio e fósforo, textura variando de arenosa a muito argilosa e espessura superior aos horizontes adjacentes não antrópicos. Diante dessa composição, Kern e Kämpf (1989) destacam os valores de pH, carbono orgânico e capacidade de troca catiônica,

sendo superiores em comparação aos demais horizontes superficiais dos Latossolos e Argissolos.

Nesse sentido, o interesse para o avanço no conhecimento e entendimento da formação e dinâmica dos solos antrópicos na Amazônia tem sido alvo de muitos estudos, tanto por sua importância arqueológica, quanto para a avaliação da fertilidade e utilidade do solo, pois o alto teor de matéria orgânica e elevada reatividade, geralmente, proporcionam uma elevada fertilidade natural (CUNHA et al., 2007).

Diante das informações quanto à composição, interações e reações diferenciadas dos horizontes antrópicos e da possibilidade da aplicação do conhecimento referente à expressiva capacidade de troca catiônica para a manutenção ou melhoria da fertilidade dos solos nos sistemas agrícolas, este trabalho tem por objetivo avaliar a relação do carbono orgânico e das frações húmicas com a capacidade de troca catiônica dos solos antrópicos no Brasil.

Material e Métodos

Foi realizado um levantamento de artigos, teses e dissertações que continham dados de solos antrópicos no Brasil. A busca deu-se por meio de pesquisa na web e material impresso, utilizando como palavras-chave: “solos antrópicos”, “horizontes A antrópicos”, “Terra Preta de Índio” e “antrópicos”, entre outras.

A partir do levantamento do material bibliográfico, foi feita a coletânea contendo os dados de horizontes superficiais antrópico e não antrópicos – adjacentes, formados em ambientes de drenagem livre na região amazônica. Posteriormente, foram dispostos em uma planilha eletrônica, a contar com a capacidade de troca catiônica (CTC), teor de argila, carbono orgânico (C org) e frações húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina). Os trabalhos selecionados para compor a planilha de dados foram de Campos et al. (2011); Corrêa (2007); Melo (2002); Lima (2001); Kern e Kämpf (1989); Teixeira et al. (2012); Macedo (2009) e Macedo (2014).

Os dados foram padronizados considerando a conversão de unidades, como também a identificação da metodologia adotada para as análises laboratoriais. Escolheu-se o método para a determinação do C org via úmida, com oxidação por dicromato de potássio em meio ácido (DONAGEMMA et al., 2011). Já as frações húmicas foram obtidas pela técnica da solubilidade diferencial dos compostos orgânicos em meio básico e/ou ácido (SWIFT, 1996 ou BENITES et al., 2003).

A análise dos dados conta com a avaliação de tendências/padrões a partir de gráficos de dispersão, bem como estatística descritiva. Ademais, foram obtidas as razões entre a CTC e os demais atributos (argila, C org e frações húmicas), como indicativo da participação de cada atributo na CTC.

Resultados e Discussão

Foram avaliados 35 horizontes antrópicos (Terra Preta de índio) e 33 não antrópicos (solos adjacentes), apresentados em trabalhos de diversos fins e publicados no Brasil. De maneira geral, os atributos avaliados apresentam ampla variação para ambos os horizontes, com a tendência de maiores teores da argila, capacidade de troca catiônica (CTC) e carbono orgânico (C org) nos horizontes antrópicos.

Quanto à granulometria, ela varia da classe textural arenosa a muito argilosa. Os teores de argila nos horizontes antrópicos estão entre 70 g kg⁻¹ e 700 g kg⁻¹ (média de 323 g kg⁻¹), e, nos não antrópicos, de 38 g kg⁻¹ a 670 g kg⁻¹, com média de 233 g kg⁻¹ (Tabela 1). Os valores da CTC nos horizontes antrópicos estão entre 0,80 cmol_c kg⁻¹ e 38,40 cmol_c kg⁻¹, com média de 14,77 cmol_c kg⁻¹ e mediana de 13,70 cmol_c kg⁻¹ (Tabela 1). Já para os não antrópicos, os valores são de 2,33 cmol_c kg⁻¹ a 16,10 cmol_c kg⁻¹, média de 6,71 cmol_c kg⁻¹ e mediana de 6,91 cmol_c kg⁻¹ (Tabela 1).

Do mesmo modo, os teores de C org variam amplamente, sendo de 2,5 g kg⁻¹ a 77,2 g kg⁻¹, com média de 29,1 g kg⁻¹ e mediana de 21,2 g kg⁻¹ (desvio padrão 22,9 g kg⁻¹) para os horizontes antrópicos (Tabela

1). Para os horizontes não antrópicos, o C org variou de 3,9 g kg⁻¹ a 35,0 g kg⁻¹, com média de 16,3 g kg⁻¹ e mediana de 14,9 g kg⁻¹ (desvio padrão de 6,9 g kg⁻¹).

A amplitude da CTC e do C org diferenciada entre os tipos de solo reflete a variação na formação de cada horizonte, a qual é muito mais pronunciada no antrópico e decorrente das peculiaridades quanto à adição de materiais de origem diversas tanto entre os sítios, quanto ao longo do perfil de solo.

Tabela 1. Distribuição dos teores de argila, CTC e C org dos horizontes antrópicos e não antrópicos.

Atributo	Antrópico	Não antrópico	Antrópico	Não antrópico	Antrópico	Não antrópico
	Argila (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	CTC (cmol _c kg ⁻¹)	CTC (cmol _c kg ⁻¹)	C org (g kg ⁻¹)	C org (g kg ⁻¹)
Média	323	233	14,77	6,71	29,1	16,3
Erro padrão	26	30	1,52	0,54	3,9	1,2
Mediana	310	170	13,70	6,91	21,2	14,9
Modo	310	390	7,20	-	-	13,6
Desvio padrão	152	172	9,02	3,09	22,9	6,9
Mínimo	70	38	0,80	2,33	2,5	3,9
Máximo	700	670	38,40	16,10	77,2	35,0
Contagem	35	33	35	32	35	32

Quanto à correlação entre CTC e argila (Figura 1), para ambos os horizontes não se observa distinção, o que reforça a baixa participação dos minerais presentes na fração argila para a CTC. Como informação adicional à falta de correlação, destaca-se a similaridade entre os horizontes pelo valor médio da razão CTC/argila (0,06 cmol_c g⁻¹).

Diferentemente, pode ser observada a correlação entre a CTC e C org, sendo a linha de tendência direta e positiva, assim como pelo deslocamento do coeficiente linear da reta (Figura 2). Ademais, o valor médio da razão CTC/C org foi de 0,72 cmol_c g⁻¹ para horizontes antrópicos, enquanto para horizontes não antrópicos foi de 0,44 cmol_c g⁻¹.

Pelas frações húmicas, foi observado padrão semelhante à relação entre CTC e C org. Contudo, houve variação entre os tipos de horizontes para a relação entre a CTC e os ácidos fúlvicos, com baixa correlação nos não antrópicos (Figura 3). Dentre as frações, os ácidos fúlvicos e ácidos húmicos apresentam maior influência na CTC dos horizontes antrópicos em detrimento à fração humina, tendo em vista os valores médios das razões CTC/C-FAF de $18,1 \text{ cmol}_c \text{ g}^{-1}$, CTC/C-FAH de $7,4 \text{ cmol}_c \text{ g}^{-1}$ e CTC/C-HUM de $2,0 \text{ cmol}_c \text{ g}^{-1}$. Nos horizontes não antrópicos, as razões têm valores médios muito inferiores, sendo de CTC/C-FAF de $1,6 \text{ cmol}_c \text{ g}^{-1}$, CTC/C-FAH de $2,3 \text{ cmol}_c \text{ g}^{-1}$ e CTC/C-HUM de $0,9 \text{ cmol}_c \text{ g}^{-1}$.

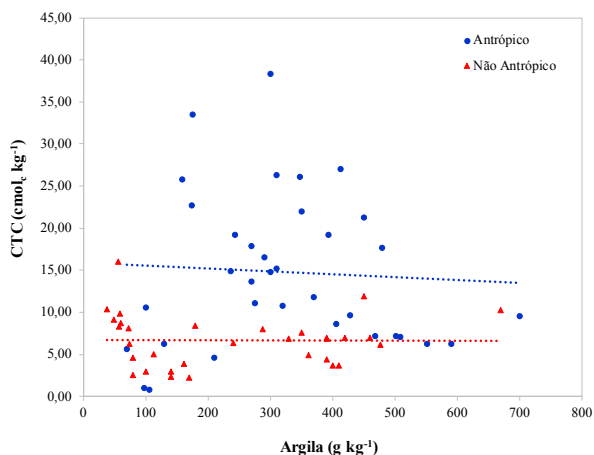


Figura 1. Dispersão dos teores de CTC e argila dos horizontes antrópicos e não antrópicos.

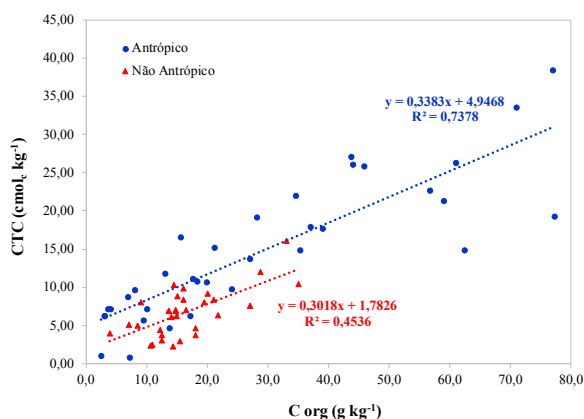


Figura 2. Dispersão dos teores de CTC e C org dos horizontes antrópicos e não antrópicos.

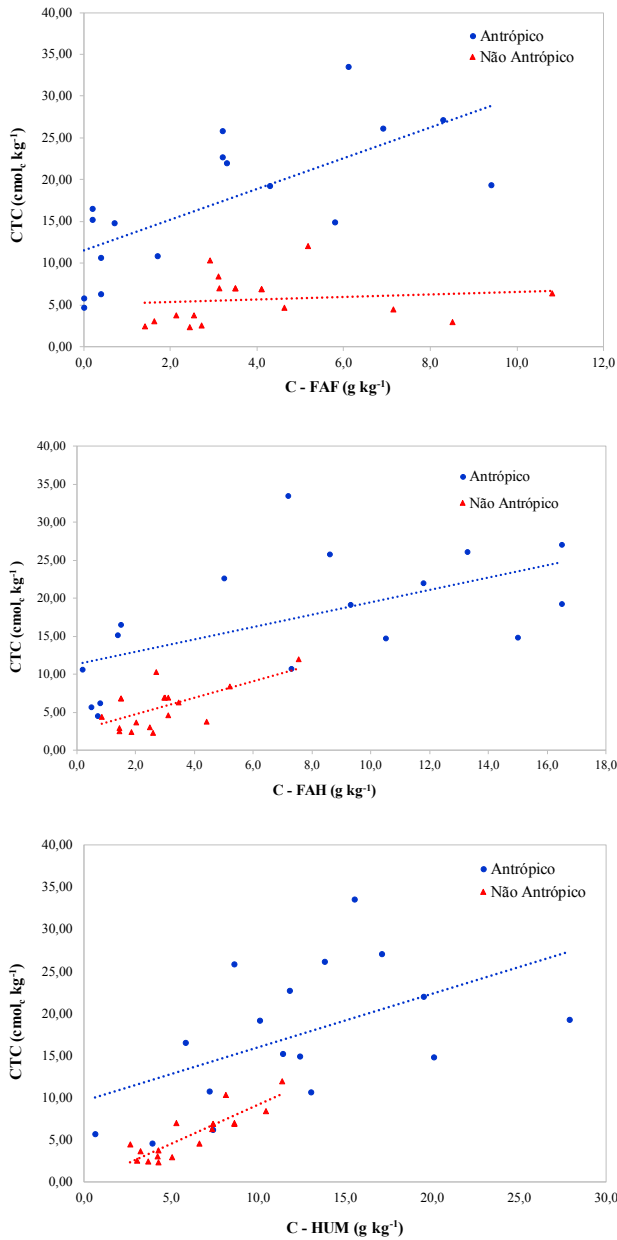


Figura 3. Dispersão dos teores de carbono das frações húmicas e CTC dos horizontes antrópicos e não antrópicos.

As constatações observadas nos horizontes antrópicos pelas razões CTC pelo C org e frações húmicas são indicativas da influência da matéria orgânica na CTC. Como principal fator que destaca as diferenças entre os tipos de horizontes, apresentam-se possivelmente as variações da quantidade das frações ácidos fúlvicos e ácidos húmicos, assim como da quantidade de cargas de cada fração, a qual pode variar em função da origem e transformação da matéria orgânica, assim caracterizando diferença qualitativa à mesma. Essas diferenças são decorrentes da formação e da evolução das substâncias húmicas no solo, no que confere à funcionalização do material orgânico incorporado, com destaque para aqueles de influência antrópica.

Como valores de referência para a CTC nos diferentes compartimentos, a matéria orgânica varia de 200 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ a 300 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (MEURER et al., 2015), enquanto, para os ácidos fúlvicos a variação média de acidez carboxílica é de 520 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ a 1.120 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e, para os ácidos húmicos, de 150 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ a 570 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (SILVA et al., 2015). De acordo com Cunha (2005), em estudos com solos antrópicos e não antrópicos de diferentes regiões da Amazônia, foram observados valores médios de CTC carboxílica de 435 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e de 453 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ para ácidos húmicos de solos antrópicos de floresta e cultivo, respectivamente, e valor médio de 320 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de ácidos húmicos dos solos não antrópicos sob floresta.

Conclusões

Dentre os trabalhos selecionados, os teores de CTC e C org são maiores nos horizontes antrópicos, nos quais a participação da matéria orgânica na CTC é, em média, 40% superior aos não antrópicos.

Nos horizontes antrópicos, os maiores valores das correlações e das razões entre CTC pelo C org e frações húmicas, assim como o deslocamento no coeficiente linear da reta nos gráficos de dispersão, decorre grandemente da maior quantidade de grupos funcionais reativos na matéria orgânica.

Referências

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo.** Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2003. 7 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 16).

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; SOUZA, R. V. C. C.; ALMEIDA, M. C. Caracterização e classificação de terras pretas arqueológicas na Região do Médio Rio Madeira. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 70, n. 3, p. 598-609, 2011.

CORRÊA, G. R. **Caracterização Pedológica de Arqueo-antropossolos no Brasil: Sambaquis da região dos lagos (RJ) e Terras Pretas de Índio na região do baixo Rio Negro/Solimões (AM).** 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; BENITES, V. M.; CANELAS, L. P.; NOVOTNY, E. H.; MOUTTA, R. O.; TROMPOWSKY, P.; SANTOS, G. A. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta). **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 37, n. 1, p. 91-98, 2007.

CUNHA, T. J. F. **Ácidos Húmicos de Solos Escuros da Amazônia (Terra Preta do Índio).** 2005. 139 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B. TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos.** 2. ed. rev. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

KERN, D. C.; KÄMPF, N. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná, Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 13, p. 219-225, 1989.

LIMA, H. N. **Gênese, Química, Mineralogia e Micromorfologia de Solos da Amazônia Ocidental.** 2001. 176 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MACEDO, R. S. **Pedogênese e indicadores pedoarqueológicos em terra preta de índio no município de Iranduba – AM.** 2014. 184 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), São Paulo, SP.

MACEDO, R. S. **Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos com horizonte antrópico (terra preta de índio) em área de várzea do rio Solimões, AM.** 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.

MELO, V. F. **Solos e Indicadores de Uso Agrícola em Roraima: Áreas Indígena Maloca do Flechal e de Colonização do Apiaú.** 2002. 145 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MEURER, E. J.; RHENHEIMER, D.; BISSANI, C. A. Fenômenos de sorção dos solos. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo.** 6. ed. Porto Alegre: Evangraf, 280 p, 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3. ed. ver. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo.** 6. ed. Porto Alegre: Evangraf, 280 p, 2015.

SOUZA, A. G. **Caracterização e variação temporal da solução do solo em Argissolo Amarelo com horizonte A moderado e A antrópico (Terra Preta de Índio) no município de Iranduba – AM.** 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A.; LOEPPERT, R. H.; SOLTANPOUR, P. N.; TABATABAI, M. A.; JOHNSTON, C. T.; SUMMER, M. E. (Ed.). **Methods of soil analysis.** Madison: American Society of Agronomy, p 1011-10120, 1996. (American Society of Agronomy, Book Series, 5).

TEIXEIRA, W. G.; PLENS, C. R.; MACEDO, R. S.; FIGUTI, L. Caracterização de um perfil de solo desenvolvido no sambaqui fluvial Moraes, município de Miracatu – S P. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, SP, v. 22, p. 181-194, 2012.